Plexusverletzungen nach Motorradunfällen und ihre Prognose

Gesa Thiessen

1962

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546824_0078

AUS DER NERVENKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Prof. Dr. K. Kolle

Plexusverletzungen nach Motorradunfällen und ihre Prognose

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Gesa Thiessen
aus Kiel

München 1962

A. Schubert, München 5, Corneliusstr. 21 · Telefon 221777

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Professor Dr. M. KAESS
Mitberichterstatter:	Professor Dr. K. KOLLE
Dekan:	Professor Dr. W. SEITZ

Tag der mündlichen Prüfung: 9. Januar 1962

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

MEINEN ELTERN

IN DANKBARKEIT GEWIDMET

PROBLEMSTELLUNG

Die Verletzung des Plexus brachialis ist eine typische Verletzung nach Motorradunfällen. Wie aus dem Patientengut der Universitäts-Nervenklinik, München hervorgeht, ist die Zahl dieser Unfallverletzten entsprechend der Zunahme der Motorräder, Mopeds und Motorroller seit der Währungsreform deutlich angestiegen. Daneben treten die geburtstraumatische Schädigung, Zerrungen des Armes durch maschinelle Einwirkungen und ähnliche Ursachen weit zurück. Die Art der Läsion des Plexus brachialis beim Sturz vom Motorrad ist dabei so spezifisch, dass sie einer gesonderten Betrachtung neben den anderen Plexusverletzungen bedarf und prognostisch für sich zu bewerten ist.

In dieser Arbeit soll vor allem das katamnestische Vorgehen zur Klärung der Prognose beitragen. Die Frage nach der Wiederherstellung der geschädigten Armfunktion ist umso dringender, da es sich meistens um sehr jugendliche Patienten handelt, die psychisch schwer unter diesem Trauma leiden. Berufswechsel und Teilrenten sind dabei ein weiteres Problem.

LITERATUR

I. DIE VERLETZUNG DES PLEXUS BRACHIALIS, URSACHE UND UNMITTELBARE FOLGEN

Die Ursache der totalen Plexuslähmung nach Motorradunfällen ist der Abriss der Plexuswurzeln. Bodechtel (4) erklärt den Vorgang folgendermassen: Der Fahrer hält sich beim Sturz vom Motorrad krampfhaft an den Handgriffen der Lenkstange fest, wird aber durch die Fliehkraft vom Rad geschleudert, wodurch die Plexuswurzeln abreissen. Die Symptomenbilder ähneln bei derartigen Schädigungen spinalen, radikulären Affektionen, während bei Verletzungen der distalen Plexusanteile die Ausfälle mehr Affektionen der einzelnen Arm- und Schulternerven gleichen. Allerdings ist Bodechtel der Ansicht, dass es keine feststehende Regel gibt und man beobachte auch bei proximalen Verletzungen des Plexus isolierte Paresen sogar einzelner Nerven und Muskeln, insbesondere bei Schädigung der Primärfaszikel.

Scheller (3) beschreibt im Kapitel "Die Erkrankungen der peripheren Nerven" die Plexusläsionen infolge Sturz vom Motorrad nach Untersuchungen von O. Stahl. Auf Grund ausgedehnter operativer Erfahrungen ist O. Stahl zu der Überzeugung gekommen, dass die Plexusstränge, besonders die 5. und 6. Wurzel an der Stelle ihrer Vereinigung bei Unfällen dieser Art durch den Anprall auf den Querfortsätzen der Halswirbel zerquetscht werden. Dabei kommen nicht ganz selten Zerreissungen einzelner Nerven vor. Die Zerrung des Plexus brachialis bei Motorradunfällen ist nach Ansicht von O. Stahl weniger Ursache einer Lähmung.

Schliesslich sei noch Rasmussen (10) erwähnt. Er nennt zwei Typen des indirekten Traumas, einmal das Niederreissen der Schulter bei gleichzeitiger Neigung des Kopfes zur Gegenseite, zum andern den Zug an der abduzierten oberen Extremität. Ein totaler Plexusabriss mit dem vollständigen Funktionsausfall der oberen Extremität und der gleichseitigen Schulterpartie ist verhältnismässig selten. Wie Laubenthal (1) hierzu schreibt, beschränken sich die Läsionen mehr oder weniger auf einen Anteil des Plexus, wobei der mittlere bald mit dem oberen, bald mit dem unteren Abschnitt des Plexus geschädigt wird oder frei bleibt. Isolierte Lähmungen vom Typ Erb-Duchenne (C_5 - C_6) und Klumpke (C_8 - Th_{1-2}) sind dementsprechend auch Einzelfälle. Abweichungen der Segmentbeteiligung an der Plexusbildung schaffen eine ziemliche Variationsmöglichkeit der Ausfallserscheinungen. Lüthy (2) nennt in diesem Zusammenhang im Kapitel "Periphere Nerven" die beiden Typen von Harris, nämlich den prä- und postfixierten Typ des Plexus brachialis. Im präformierten nimmt auch C_4 an der Plexusbildung teil, im postfixierten Th_2.

Bei der Erb'schen Lähmung sind vor allem die von Nervus axillaris versorgten Muskeln (teres minor und deltoides) und die vom Nervus musculocutaneus innervierten Muskeln (biceps brachii und coracobrachialis) betroffen. Ausserdem sind die Muskeln rhomboides und levator scapulae (Nervus dorsalis scapulae) sowie die Muskeln supra spinam und infra spinam (Nervus suprascapularis) gelähmt. Häufig ist bei der oberen Plexuslähmung noch der vom Radialis mitversorgte musculus brachioradialis geschädigt. Am konstantesten ist die Lähmung des Deltoides, Biceps und Brachioradialis.

Die obere Plexuslähmung bedeutet also vor allem einen Ausfall der Armhebung und einen Ausfall bzw. Schwächung der Beugung des Armes im Ellbogengelenk. Sensibilitätsausfälle finden sich an der Aussenseite des Armes.

Die Klumpke'sche Lähmung ist seltener als die Erb'sche. Auch hier ist die reine Klumpke'sche Lähmung eine Ausnahme. Klinisch findet man starke Variationen. Es sind vor allem die kleinen Handmuskeln und die Flexoren der Hand und der Finger, also die vom Nervus medianus und ulnaris innervierten Muskeln gelähmt.

Infolge einer Verletzung des Ramus communicans der ersten Thorakalwurzel ist die Klumpke'sche Lähmung häufig mit einem mehr oder weniger ausgeprägten Horner'schen Symptomenkomplex verbunden.

Sensibilitätsausfälle sind in erster Linie auf die Innenfläche des Ober- und Unterarmes, sowie die vom Nervus ulnaris innervierte Handpartie lokalisiert.

Bei totaler Plexuslähmung ist die Innenseite des Oberarmes zumeist frei von Sensibilitätsausfällen, am Vorderarm und an der Hand aber liegt in der Regel eine schwere Sensibilitätsstörung vor. Man trifft aber auch immer wieder auf totale Arm- oder Schultergürtellähmungen, die keine wesentlichen Sensibilitätsdefekte aufweisen, wie bei Bodechtel, Krautzun, Kazmeier (9, S. 47) steht. Hier handele es sich meist um Fälle, die im weiteren Verlauf eine ausgesprochene Neigung zur Rückbildung der motorischen Funktionsstörungen zeigen.

Über die Sensibilitätsausfälle lässt sich im allgemeinen überhaupt sagen, dass sie sehr vom Normalbild abweichen können. So fand Hirschmann (8) zum Beispiel bei Untersuchungen von peripheren Nervenverletzungen des letzten Krieges in einigen Fällen Störungen, die ein ganzes Körperviertel miteinschlossen oder sich auch über die ganze gleichseitige Körperhälfte ausbreiteten.

II. SEKUNDÄRE FOLGEN

1) Motilitätsstörungen

Hierzu nennt Lüthy (2) im Kapitel "Periphere Motilitätsstörungen" folgende Ursachen:

a) Bewegungshemmung durch Schmerz.
b) Atrophie von Muskeln durch Inaktivität und Abtrennung des nutritiven Einflusses der Vorderhornganglienzellen.
c) Mangelndes Zusammenspiel des Agonisten mit seinem Antagonisten durch Lähmung des einen oder des anderen.
d) Kontrakturen als Spätfolge von Lähmungen.
e) Indirekte Kontrakturen durch Kapselschrumpfung.
f) Traumatische Gelenkversteifungen.
g) Gewohnheitslähmungen. Scheller (3) spricht in diesem Zusammenhang im Kapitel "Verlauf, Wiederherstellung und Heilung, Scheinheilung, allgemeine Prognostik" vom "Verlernen der Innervation".

Schliesslich erwähnt Bodechtel (9, S.48) noch die Auswirkung des gelähmten Armes auf das Schultergelenk; durch die Schwere des schlaff herabhängenden Armes wird die Kapsel überdehnt. Die Folge ist eine Diastase des Schultergelenkspaltes und damit ein Tiefertreten der Schulter.

2) Reizerscheinungen

Neben den Parästhesien, wie Kribbeln, pelziges Gefühl, Ameisenlaufen, Gefühl des Eingeschlafenseins, sind vor allem die brennend kochenden Schmerzen der Kausalgie zu nennen, die Lüthy (2, S.244) auf die Entstehung einer Ephapse zurückführt. Nach Lüthy kommt es am Ort der Verletzung zu einer Umschaltung afferenter sympathischer Impulse auf sensible animale Fasern. Dadurch gelangen sympathische Impulse kurzgeschlossen wieder auf dem Wege der Schmerzfasern ins Zentralnervensystem zurück. Wie Hirschmann (8) feststellte, büssen sensible und schmerzhafte Phänomene zuweilen bis zu 12 Jahren nichts an Intensität ein.

3) Vegetative Störungen

A. Das vasomotorische System

Lüthy (2, S.255) beruft sich an dieser Stelle auf Foerster, der annimmt, dass im vegetativ entnervten Gebiet bald die Vasokonstriktoren vorherrschen. Die Blutzufuhr wird verringert, was Kühle und Blässe zur Folge hat. Die Cyanose als eine Erscheinung der Stauung in den Capillaren, die ihren Tonus eingebüsst haben, wird durch Kälte, mechanische und elektrische Reize verstärkt.

Aber auch die Vasodilatation ist häufig gesteigert. Wie Lüthy schreibt, führen Duensing und Warnecke (12) die Überreaktionen auf den Mangel an reflektorischen vom Zentrum aus regulierten Gegenreaktionen zurück.

B. Die Schweißsekretion

Eine Totalunterbrechung peripherer Nerven hat die Anhidrosis zur Folge. Eine Reizung bedeutet eine übermässige Sekretion.

C. Trophik

a) Veränderungen an Haut, Haaren und Nägeln.
Lüthy (2) gibt 2 Typen von Hautveränderungen an:
1. Haut dick, schuppig, unelastisch, Unterhautfettgewebe verdickt.
2. Haut verdünnt, rosa, glatt, glänzend, zart.
Nach Foerster wird der erste Typ auf mangelnde Neubildung, der zweite auf ein Reizsymptom zurückgeführt. Neben diesen Erscheinungen treten trophische Geschwüre und Haarausfall auf. Bodechtel (4) berichtet schliesslich noch von stärkeren Pigmentationen im Gebiet der Sensibilitätsstörungen.
Die Nägel werden brüchig und wölben sich uhrglasartig. Zwischen Nagelbett und Nagel wölbt sich ein Wulst vor, das sog. "Nagelbettzeichen" (Bodechtel, Krautzun, Kazmeier (9)). Wie Lüthy schreibt, verhält sich nach Arbeiten von Sunderland und Ray (13) das Nagelwachstum unterschiedlich.

b) Knochenveränderungen.
Die Knochen verfallen sehr rasch und recht regelmässig der Sudek'schen Atrophie (Lüthy (2), "Periphere vegetative Störungen").

III. DEGENERATION UND REGENERATION

Zu diesem Kapitel seien einige kurze Erörterungen pathologisch anatomischer Art wiedergegeben.

1) Die Degeneration am peripheren Nerven nach dem Trauma

A. Die Zerrung als traumatische Ursache

Nach Lüthy (2) setzt im Bereich der Zerrung eine mässige, meist nicht einheitliche Auflösung der Markscheiden ein, wobei die Veränderung - im Gegensatz zur absteigenden Degeneration - immer einzelne Fasern verschont. Die Achsenzylinder erleiden teilweise eine Aufquellung und Aufbündelung der Fibrillen. In diesem Zusammenhang zitiert Lüthy Spielmeyer (5), der feststellen konnte, dass die Achsenzylinderdegeneration reversibel ist und im Verlauf von 6 Wochen verschwindet, auch, ohne dass eine Regeneration eintrat. Jedoch, schreibt Lüthy weiter, kann eine schwere Zerrung oder ein Wurzelabriss auch einen Dauerschaden der Axone zur Folge haben, insbesondere auf dem Wege der "primären Reizung" (Nissl) der Vorderhornganglienzellen. Die Intensität und Dauer der primären Reizung ist vom Sitz und von der Ausdehnung der primären traumatischen Degeneration im peripheren Nerven abhängig. Schliesslich betont Lüthy (2, S. 202), dass die Degeneration am peripheren

Nerven nach einer schweren Zerrung sehr weit zentralwärts fortschreiten kann. Hirschmann (8) erwähnt ebenfalls in einer Arbeit über das Schicksal der Verletzungen peripherer Nerven aus dem letzten Weltkrieg die Möglichkeit des Übergreifens einer peripheren Degeneration auf zentrale Teile des Nervensystems. So konnte er zum Beispiel bei Amputierten nach längerer Zeit eine Atrophie bis herauf ins Rückenmark beobachten.

B. Die Zerreisung

Bleibt der Nerv von seinem Endapparat dauernd getrennt, so setzt schliesslich die chronische, langsam verlaufende Atrophie der Axone ein, wobei auch die Markscheiden atrophisch werden. Unter Wucherung des nervösen Bindegewebes kommt es zur Neurinombildung. Lüthy (2) führt weiter aus, dass in Fällen unvollständiger Trennung makroskopisch eine Reihe von Varianten vorzufinden sind, die dünne, rein bindegewebige Brücke, das normale Kaliber mit schwereren oder leichteren endoneuralen Veränderungen mit erhöhter oder normaler Konsistenz und schliesslich die spindelig-tumorartige Auftreibung und unlösbare Verwachsung mit der Umgebung. Am peripheren Stück setzt schon in den ersten Tagen neben den direkten traumatischen Veränderungen die sekundäre "Waller'sche" Degeneration ein. Nach Spielmeyer (5), sagt Lüthy, ist die fettige Umwandlung nach 4 Wochen auf ihrem Höhepunkt. Die sekundäre Degeneration ist nach einigen Monaten beendet.

Kommt es nicht zur Wiedervereinigung von Nerv mit Muskel, dann folgt nach 3 Monaten die Zerstörung der Endverzweigungen des Nerven und der Sohlenplatten durch Bindegewebsproliferation. Erst nach 3 Jahren stellen sich irreparable Veränderungen ein (Bowden und Gutmann 7).

2) Die Regeneration

Zu diesem Thema schreibt Lüthy (2, S. 204), das periphere Nervensystem sei - im Gegensatz zum Zentralnervensystem - einer mächtigen Neubildung fähig. Die Wucherungstendenz in den vom Endapparat abgetrennten Achsenzylindern ist so gross, dass diese schon nach 2 Tagen vorsprossen. Jedoch ist das Vorwachsen der Achsenzylinder an die Anwesenheit der zu Büngner'schen Bändern umgewandelten Schwann'schen Zellen geknüpft. Die Axone wachsen also innerhalb der wuchernden Schwann'schen Zellen vor und teilen sich bald, sodass sich aus einem Achsenzylinder eine ganze Reihe Nervenfibrillen in verschiedenen Richtungen den Weg bahnen. Einige verlaufen rückwärts, andere bilden die "Perroncito'schen Spiralen, in denen sich feine Fibrillen rückläufig um den Achsenzylinder winden. Wieder andere enden mit Spitzen und Kugeln, sog. "cônes de croissance", im Narbengebiet. Je mehr die Fibrillen dem zentralen Ende des peripheren Stückes kommen, desto genauer richten sie sich auf dieses aus und wachsen endlich in die dort präformierten Bahnen ein, nicht ohne sich vorher wiederum geteilt zu haben.

Bei schwereren Kontusionen, gibt Lüthy an, werden Endoneuralrohre zerstört. Die sich neu bildenden Endoneuralrohre laufen wirr durcheinander; deshalb erreichen die Achsenzylinder oft nicht den Anschluss.

Nach Untersuchungen von Sunderland (6) gibt Lüthy die Wachstumsgeschwindigkeit an langen regenerierenden Nerven mit 2, 5 zu 0, 5 mm/die an. Dabei gehe nach Foerster die Regeneration distalwärts langsamer vor sich. Weiter sagt Lüthy aus, dass man über die Heilungszeit im Falle der Totaltrennung des Nerven gut orientiert sei; nach Foerster liege die durchschnittliche Heilungsdauer zwischen 16-25 Monaten. Es besteht eine Abhängigkeit der Zeit von der Länge der zu durchmessenden Strecke von der Ganglienzelle bis zum Endorgan und von der Wachstumsgeschwindigkeit des Achsenzylinders. Wie Lüthy meint, vermindert sich die Aussprossungsenergie der Neurofibrillen mit zunehmender Entfernung vom Rückenmark. Umgekehrt, nimmt er an, dürfte die bekannte schlechte Heilungstendenz der Plexusverletzungen durch Zerrung oder Dehnung, d.h. durch eine Mitschädigung der Vorderhornganglienzellen bedingt sein.

Über das Thema der Regeneration der Sensibilität schreibt Scheller (3) im Kapitel "Verlauf, Wiederherstellung und Heilung, Scheinheilung, allg. Prognostik" sehr ausführlich.

Er betont, dass die Wiederherstellung der Sensibilität oft längere Zeit beansprucht als die Motilität.

Die Sensibilitätsausfälle nehmen im Verlauf der Restitution an Umfang und Intensität ab. Zuerst kehrt eine Empfindung für starke Schmerz- und Temperaturreize wieder, also die nach Head sog. "protopathische Sensibilität", bei der die Reizschwelle erhöht ist und die Empfindung nicht genau lokalisiert werden kann und Neigung zur Nachdauer hat. Die "epikritische Sensibilität", d.h. die Wahrnehmung feiner Berührungen, Bewegungen diskreter Reize, die Lokalisation auf der Hautoberfläche (Zahlenerkennen) und die Fähigkeit, geringe Temperaturunterschiede wahrzunehmen, stellt sich erst recht spät wieder ein. Charakteristisch für die Wiederherstellung der Sensibilität in der ersten Zeit nach der Verletzung ist vor allem die sog. "Tiefenhyperpathie", das Auftreten eines heftigen, ausstrahlenden, nicht lokalisierten Schmerzes bei Druck auf die tiefen Gewebsanteile. Auch hier ist die Latenz und Nachdauer der Empfindung kennzeichnend. Wie Scheller (3) allerdings vermerkt, ist diese baldige Wiederkehr von Empfindlichkeiten auf bestimmte Reize noch keineswegs ein sicheres Zeichen für die Wiederherstellung der Leitfähigkeit des verletzten Nerven; diesen Rückschluss erlaubt erst die Wiederkehr der protopathischen Sensibilität auch im autonomen Versorgungsgebiet des Nerven, die oft recht langsam erfolgt. Noch langsamer jedoch restituiert sich die epikritische Sensibilität. Störungen der Berührungs- und Bewegungsempfindung, der Lokalisationsfähigkeit usw. können die Rückbildung der motorischen Lähmung daher noch lange Zeit überdauern.

IV. BEITRAG ZUR DIAGNOSE

Die elektrische Untersuchung zusammen mit den üblichen Sensibilitätsprüfungen stehen in der Literatur an erster Stelle. Diese Methoden zur Klärung der Diagnose sollen hier nicht weiter erörtert werden.

Im Folgenden sei kurz auf einige Arbeiten und Untersuchungen hingewiesen, die in Bezug zur Prognose stehen.

1. Bei Verdacht auf einen Abriss des Plexus brachialis fordern Jaeger und Whiteley (14) in jedem Falle die Myelographie und Hemilamektomie, um unter Umständen eine abschliessende Diagnose stellen und über Rehabilitationsmassnahmen entscheiden zu können.
2. Die Darstellung von Totaldurchtrennung oder intraneuralen Narben durch eine röntgenologische Methode wird von Bodechtel, Krautzun, Kazmeier (9, S. 8) beschrieben. Eine Injektion von kontrastgebenden Substanzen (z.B. Thorotrast) in das den Nerven umgebende Lymphgefässystem ermöglicht eine exakte Diagnose.
3. Zur genauen Lokalisation einer Nervennarbe nennt Scheller (3) den Hoffmann-Tinel'schen Klopfversuch. Wie Hirschmann (8) bestätigt, fiel dieser bei seinen Untersuchungen immer wieder positiv aus.
4. Grösste diagnostische Bedeutung in Bezug auf die Prognose misst Rasmussen (10) bei Untersuchungen peripherer Nervenverletzungen der Elektromyographie zu.

V. THERAPIE, PROGNOSE UND HEILUNG

Diesem Kapitel sei eine kurze allgemeine Erörterung der Prognosestellung auf Grund elektrischer Untersuchungen vorangestellt.

Scheller (3) sagt, dass bei einer einfachen quantitativen Herabsetzung oder bei einer partiellen Entartungsreaktion eine Schädigung angenommen werden kann, die reparabel ist. Auch bei kompletten Entartungsreaktionen ist die Wiederherstellung möglich, sie bleibt jedoch immer zweifelhaft und wird auch im günstigsten Falle viele Monate brauchen.

Im Stadium der Rückbildung lässt sich meistens die funktionelle Besserung eher nachweisen als die Rückkehr der elektrischen Erregbarkeit zur Norm. Scheller fand dies bei den Verletzten des letzten Krieges immer wieder bestätigt. Da jedoch der Strom von Fall zu Fall mit unterschiedlicher Intensität angewandt wird, ist eine exakte Festlegung der Restitution in Bezug auf die elektrische Reizbarkeit nach Scheller kaum möglich.

1) Konservative Massnahmen

a) Indikation zur konservativen Therapie

Woodhall und Beebe (15) treten nach ihren Ermittlungen an einem sehr grossen Patientengut von peripheren Nervenverletzungen des 2. Weltkrieges für die extrem konservative Therapie bei allen unvollständigen Nervendurchtrennungen ein.

Nach Rasmussen (10) soll man die konservative Therapie bei traumatischen Schäden des Plexus brachialis nicht vor Ablauf des 2. Jahres aufgeben.

b) Konservative Behandlungsmethoden

Scheller (3) spricht im Kapitel "Allgemeine Grundsätze der Behandlung" über den grossen Wert der elektrischen Behandlung als Übungstherapie. Dazu betont Scheller, wie wichtig es sei, dass jeder Muskel einzeln und mit viel Geduld gereizt wird.

Bei vollständigen Lähmungen stehen Massage, passive Bewegungsübungen und Wärme im Vordergrund. Diese Therapie fördert die Durchblutung und wirkt der Atrophie der Muskulatur entgegen.

Nach Foerster, schreibt Lüthy (2) im Kapitel "Periphere Motilitätsstörungen", ist der Atrophie der Muskulatur durch passive Dehnung und Wiederverkürzung zu begegnen. Lüthy (2, S.197) vermerkt hierzu, dass nach Krogh im ruhenden Muskel nur der 10. Teil der Capillaren offen und von Blut durchströmt ist. Bei höherer Beanspruchung öffnet sich das ganze riesige Strombett von 3000 Capillaren je Kubikmillimeter. Wie wichtig das Muskeltraining ist, liegt auch darin begründet (Lüthy 2, S.197), dass die Stoffwechselendprodukte, die bei jeder Muskelaktion anfallen, solange sie in mässiger Menge vorhanden sind, eine Zunahme der Erregbarkeit bewirken.

In Stadien der Regeneration, schreibt Scheller (3), besteht die Therapie in aktiven Bewegungsübungen, unter Umständen im Bade. Intensive Mitarbeit des Patienten und gute Anleitung können für die Wiederherstellung der Funktion entscheidend sein.

Durch Training lässt sich die Fähigkeit steigern, ausgefallene Muskeln durch intakte Muskelgruppen zu ersetzen. Bodechtel, Krautzun, Kazmeier (9, S.45) beschreiben dieses Umlernen bestimmter Muskelgruppen zu Ersatzleistungen anhand eines Patienten, der einen Fahrradunfall erlitt und sich eine Plexus brachialis-Lähmung zuzog. Es wurde bald nach dem Unfall eine Plexusnaht durchgeführt. Nach 24 Monaten ergab eine Kontrolluntersuchung eine teilweise Besserung und teilweise Verschlechterung der Plexuslähmung. Die Besserung beruhte in erster Linie auf oben genannten Ersatzleistungen. Es wird an dieser Stelle die Möglichkeit beschrieben, dass die klaviculare Portion des Pectoralis major eine Adduktion und geringe Hebung des Oberarmes übernimmt.

"Gesundheitswille" und Intelligenz des Kranken beschleunigen die Heilung, wie Scheller (3) immer wieder beobachten konnte.

Schliesslich sei noch der Einfluss des Berufes erwähnt. Mouravieva (17) konnte feststellen, dass es bei geistig arbeitenden Patienten mit traumatischen Nervenschädigungen der oberen Extremität seltener zu einer funktionellen Restitution kam als bei körperlich Arbeitenden.

2) Operatives Vorgehen

A. Technik und Erfolg der Nervennaht

Die ideale Nervennaht bestünde nach Foerster darin, wie Lüthy (2) schreibt, die ursprünglichen Nervenfasern wieder zu vereinigen. Dies gelinge jedoch niemals, da

sich die Enden der Fasern retrahieren, Serum, Fibrin und Gewebsflüssigkeit sich zwischen die Stümpfe lagern und so nur das Epineurium dicht aneinander gefügt werden könne. Auch sei die Sofortnaht nur unter günstigsten Bedingungen möglich. Erstrebenswert sei die dichteste Annäherung der richtigen Kabel, vor allem der sensiblen, denn das Einwachsen sensibler Äste in motorische und umgekehrt führe zu völligem Misserfolg.

Kroll (16) schreibt zur Technik der Nervenoperation, es sei sorgsam darauf zu achten, dass die proximalen und distalen Nervenenden von ihren Endneuromen bzw. neuromatösen Veränderungen bis weit ins Gesunde befreit würden. Eine exakte Naht der Nervenscheide müsse das Auswachsen der Nervenfibrillen ins Leere an überstehenden Stellen unmöglich machen. Nach der Operation soll der Nerv 6 Wochen in Entspannungsstellung fixiert und anschliessend jede Woche um 10^{o} gestreckt werden, um ein Reissen der Naht zu verhindern.

Ein wesentlicher Faktor beim Misslingen der Nervennaht ist nach Meinung von Sunderland und Bradley (18) das Einwachsen der regenerierenden Fasern in das Bindegewebe zwischen den Bündeln der peripheren Stümpfe. (Nach ihren Untersuchungen nimmt nämlich das interfunikuläre Bindegewebe meist mehr als 50 % gegenüber der Summe der Bündelflächen ein.)

Schliesslich sei noch eine besondere Methode von Bassett, Campbell und Husby (21) wiedergegeben, die die Regeneration nach der Operation begünstigen soll. Der Raum zwischen proximalem und distalem Stumpf wird mit einer plastischen Masse, namens "Millipor" überbrückt. Durch diesen porösen Tubulus kommt es zur Diffusionsernährung, solange die gefässmässige Versorgung noch nicht funktioniert.

Bei allen Heilungen, betont Kroll (16), sei das Geheimnis die "unerschütterliche konservative Nachbehandlung", wobei er die tägliche Kurzwellenbestrahlung auf die Nahtstelle erwähnt. Die Nachbehandlung soll unter allen Umständen über 2 bis 3 Jahre täglich, wenigstens aber 3 mal pro Woche durchgeführt werden. Auf diese Weise, schildert Kroll, sei es in einem Fall von Plexus brachialis-Naht nach erlittenem Motorradunfall schliesslich zur völligen Heilung gekommen, nachdem anfänglich der Plexus total zerrissen war.

Eine weitere grosse Schwierigkeit der Nervenchirurgie liegt nach Lüthy (2, S. 202) in der Unsicherheit der Prognose einer Nervennarbe, bei der die Kontinuität gewahrt bleibt. Soll man die Spontanrestitution abwarten oder eine Resektion der Narbe mit End-zu-End-Vereinigung der Stümpfe vornehmen?

Wie Lüthy schreibt, lässt nach Foerster das makroskopische Aussehen und die Konsistenz des Nerven, sowohl an der Läsionsstelle aus auch weiter proximal, zur Beurteilung der Leitfähigkeit keinen Aufschluss zu. Foerster empfehle deshalb die Reizung mit Elektroden am freigelegten Nerven proximal der Verletzung während der Operation.

Über die allgemeinen Erfolgsaussichten der Plexusnaht sind die Autoren verschiedener Ansicht. Woodhall und Beebe (15) beurteilen die Restitutionsaussichten

bei Plexusläsionen, soweit keine Zerrung vorliegt, positiv. Scheller (3) weist im Kapitel "Allgemeine Grundsätze der Behandlung" auf die durchweg ungünstige Prognose bei Plexusnähten hin. Insbesondere sind nach Scheller schlechte Erfahrungen bei Zerrungsverletzungen und beim Abriss im Bereich der Primärstränge des Plexus gemacht worden. Kroll (16) allerdings, spricht lediglich den Zerreissungen des Plexus im Bereich der Wurzeln operativen Erfolg ab.

B. Zeitpunkt der Operation

a) Sofortnaht

Bei glatten Schnittverletzungen ist die Primärnaht in der ersten halben Stunde möglich; sie hat nach 3 Stunden keinen Erfolg mehr (Bodechtel, Krautzun, Kazmeier 9, S. 90).

Lüthy (2) schreibt, die Sofortnaht sei nach statistischen Ermittlungen im allgemeinen ungünstig. Er empfiehlt jedoch eine vorläufige Situationsnaht der beiden Nervenstümpfe, um der Retraktion vorzubeugen. Foerster rät zum Abwarten von 4-6 Monaten.

b) Frühoperation

Nach Lüthy (2) bevorzugen die meisten Chirurgen heute die frühe Sekundärnaht vom 10. bis 25. Tag. Auch Sunderland (19) setzt sich für die Frühoperation ein, da bei längerem Zuwarten Gelenke, Sehnen usw. in schlechterem Zustand sind.

Woodhall und Beebe (15) fordern ebenfalls die frühe Operation, insbesondere bei Totaldurchtrennungen. Nach Woodhall und Beebe entspricht eine Verzögerung der Naht um 6 Tage einer fehlenden Restitution von ca. 1 %. Sie weisen darauf-hin, dass es in keinem Fall von Nervennaht, die erst nach 1 Jahr durchgeführt wurde, zu wirklich guten Ergebnissen kam. Im übrigen rechnen Woodhall und Beebe für 1 cm Nervendefekt 6 % Restitutionsoptimum. Dabei sollen Nervenverlagerungen, Mobilisation und Nahtmaterial keine Rolle spielen. In Bezug auf die prognostische Reihenfolge sei nacheinander Neurolyse, Teilnaht und vollständige Naht vorzunehmen. (Nach Foerster ist eine Neurolyse ausreichend, wenn nach Freilegung der Nerven zentral von der Verletzung die Muskeln noch erregbar sind.)

Bei der einfachen Plexusverletzung ist nach Scheller (3) wegen schwieliger Schrumpfung der Narbe und zunehmender Verwachsungen die Frühoperation anzuraten.

c) Spätoperation

Soweit die Muskulatur einen verhältnismässigen guten trophischen Zustand aufweist, könne, wie Scheller (3) schreibt, eine Operation auch noch nach 1 und 2 Jahren Erfolg versprechen. Ziehe die Spätoperation auch direkt keine Restitution nach sich, so sei sie doch alleine gerechtfertigt durch eine bessere Durchblutung und Besserung der Sensibilität.

Lüthy (2) nennt für die Verschlechterung der Resultate bei Spätnaht als Ursache

eine langsam fortschreitende einfache Atrophie des zentralen Stumpfes und der Vorderhornganglienzellen, die sich nach Jahren einstellt. Am peripheren Stumpf seien für die schlechten Ergebnisse eine progressive Schrumpfung des Durchmessers und die Degeneration des eigentlich nervösen Gewebes verantwortlich.

Kroll (16) berichtet über 3 Erfolge von 4 Fällen, bei denen eine Spätnaht durchgeführt wurde; allerdings handelte es sich um sehr verschiedene Ursachen traumatischer Schädigung. Im ersten Fall, ein Geburtstrauma, gelang die Revision vollkommen, im zweiten und dritten Fall - es lagen eine Trichinose und eine Schussverletzung vor - konnte eine weitgehende Besserung erzielt werden. Kroll gibt bei Spätnaht 61 % Besserungserfolge an.

C. Ersatzoperationen

Nach Scheller (3) sind die Erfolge aller unten genannten Behandlungen statistisch schwer auszuwerten, da von zu unterschiedlichen Gegebenheiten ausgegangen wird. Deshalb seien an dieser Stelle die Möglichkeiten der Ersatzoperationen nur kurz erwähnt.

a) Transplantation körpereigener sensibler Nerven als "Gewebebrücke" und Nervenpfropfung. (Wie Lüthy hierzu schreibt, haben nach Foerster diese Operationen keine übergrossen Erfolge.)
b) Muskelpfropfung; der gelähmte Muskel wird einem gesunden angeschlossen (z.B. Anschluss des intakten Trapezius an den Deltoides).
c) Umlagerung eines intakten Muskels in Zugrichtung des gelähmten Muskels.
d) Verpflanzung von Sehnen und Muskeln.

D. Behandlung von Kausalgie und vegetativen Reizzuständen

Nach Scheller (3) genügt zur Behebung der Kausalgie in vielen Fällen die Neurinomresektion. Führt dieser Eingriff nicht zum Erfolg, so ist die Blockierung des Sympathicus indiziert.

Lüthy (2) empfiehlt in hartnäckigen Fällen die Unterwassermassage.

VI. ERWERBSMINDERUNG

Zur Erwerbsminderung werden folgende Zahlen angegeben (Bodechtel, Krautzun, Kazmeier 9).

	rechts	links
Erb'sche L.	30 %	25 %
Klumpke'sche L.	75 %	60 %
Totale L.	75 %	66 2/3 %

EIGENE UNTERSUCHUNGEN

Um eine Aussage über die Prognose der Plexus brachialis-Lähmung nach Motorradunfällen - unter Berücksichtigung konservativer und operativer Behandlungsmethoden - machen zu können, wurden die Katamnesen nachstehender 16 Fälle aufgenommen und in Bezug zu ihren Krankheitsbildern unmittelbar nach dem Unfall gesetzt.

Die hier wiedergegebenen Katamnesen sind das Ergebnis systematisch durchgeführter Nachuntersuchungen in der Universitäts-Nervenklinik München. Die Kontrolluntersuchungen umfassten alle als bekannt vorauszusetzenden neurologischen Untersuchungsmethoden.

1. FALL:

Der Patient Josef W. erlitt am 23.10.54 einen Motorradunfall, wobei es zu einem Wurzelabriss im Bereich von C_4 bis Th_1 kam. Die Folge war eine totale, schlaffe Lähmung des linken Armes und der gleichseitigen Schulterpartie, kombiniert mit einem Horner'schen Symptomenkomplex. Auf der Aussenseite distal von der Oberarmmitte und auf der Medialseite vom oberen Drittel des Unterarmes abwärts stellte sich eine Anästhesie ein. Der Patient litt unter brennenden Schmerzen im linken Arm, die bis in die Wirbelsäule ausstrahlten.

Die elektrische Untersuchung ergab partielle Entartungsreaktionen der vom nervus ulnaris, nervus medianus, nervus musculocutaneus und vom nervus axillaris versorgten Muskeln, komplette Entartungsreaktionen im Radialisbereich. Eine Umkehrreaktion liess sich im Trapezius, im oberen Anteil des Pectoralis, im Triceps und in den Flexoren und Extensoren des Unterarmes und der Hand nachweisen.

Die Therapie umfasste die Reihe der konservativen Massnahmen, wie Kurzwellenbestrahlung, Elektrotherapie, passive Bewegungsübungen und Massage.

Nachuntersuchung am 5.7.60:

Eine Kontrolluntersuchung des Patienten nach etwa 6 Jahren zeigt folgendes Bild: Es besteht eine durchgehende, harmonische Atrophie mit trophischen Störungen bei vollständiger Lähmung des linken Armes und der linken Schulter. In der gesamten Arm- und Schultermuskulatur lassen sich nur noch totale Entartungsreaktionen nachweisen. Von der Schulter bis zum Ellbogengelenk ist eine Zone mit Hyperpathie, im Bereich des Unterarmes und der Hand mit Hypästhesie vorzufinden.

Es ist also keine Besserung eingetreten und eine Absetzung des gelähmten Armes muss in Erwägung gezogen werden.

2. FALL:

Der Patient Johann K. verunglückte am 19.9.54 mit seinem Motorrad. Nach dem Unfall stellte sich eine vollständige Lähmung des rechten Armes ein, die mit einer Schlüsselbeinfraktur verbunden war. Eine positive Myelographie ergab einen Ausriss

der 5. und 6. Cervicalwurzel. Am rechten Auge bestand ein Horner'scher Symptomenkomplex. Eine durchgehende Atrophie des Armes und der Schulterpartie mit einem Sensibilitätsausfall, der einer totalen Lähmung des Plexus brachialis entsprach, waren die weiteren Folgen. Ausserdem litt der Patient unter heftigen Schmerzen in der gelähmten Extremität. Die rechte Hand war geschwollen und zeigte Hyperdrosisneigung.
Da eine Plexusrevision wenig Erfolg versprach, waren konservative Massnahmen, wie unter anderem das Anlegen einer Abduktionsschiene, die Therapie der Wahl.

Nachuntersuchung am 21.6.60:
Bei der Untersuchung finden sich Ellbogen- und Handgelenk in leichter Beugekontraktur. Ebenso liegt in den Fingergelenken eine Versteifung vor, sodass die Hand in keiner Weise gebraucht werden kann. Mit Hilfe des Trapezius und des Pectoralis führt der Patient eine geringe Abduktion des Armes aus. Sonst sind in der rechten Extremität keine Bewegungsmöglichkeiten gegeben. Der ganze Arm ist atrophisch. Gleichzeitig weisen Deltoides, Infra- und Supraspinatus, Teres major und minor, sowie der Latissimus eine sehr dürftige Muskulatur auf. Von einer elektrischen Untersuchung wird abgesehen.
Seit seinem Unfall bedient Johann K. einen Aufzug in einem Geschäftshaus.

3. FALL:
Paul St. stürzte am 13.7.58 mit dem Motorrad. Als Folge stellte sich eine Plexus brachialis-Lähmung rechts ein, unter Hauptbeteiligung der 6. und 7. Cervicalwurzeln. Die Myelographie brachte keine Bestätigung des Verdachtes auf einen Wurzelabriss. Die Armfunktionen waren eingeschränkt. Im Schultergelenk konnte der Arm etwas ab- und adduziert werden. Eine geringe Beugung und Streckung war im Ellbogengelenk möglich. Die Pronation und Supination fiel aus. Der Patient war unfähig, die Hand zu strecken und konnte nur die Finger ein wenig bewegen. Atrophie betraf besonders den Deltoides, Trapezius, Biceps, Triceps, Brachioradialis und Coracobrachialis. So ergab auch die elektrische Untersuchung in diesen Muskeln partielle bis komplette Entartungsreaktionen. Im Bereich von C_6 - C_7 stellte sich Hypästhesie und Hypalgesie ein. Die Reflexe waren erloschen. Am rechten Auge liessen sich angedeutete Horner'sche Symptome erkennen. Verstärkter Achselschweiss, eine kühle, bläulich verfärbte Haut des gelähmten Armes und leichte Nagelbettstörungen waren Ausdruck vegetativer und trophischer Störungen.
Die Behandlung bestand vorwiegend in Elektrotherapie und Bewegungsübungen.

Nachuntersuchung am 22.6.60:
Nach fast 2 Jahren hat sich keine wesentliche Besserung eingestellt. Die Beuge- und Streckfunktion des Oberarmes ist mässig vorhanden. Am Unterarm und an der Hand fallen sämtliche Extensoren aus. Die Hand steht in leichter ulnarer Beuge-

kontraktur. Der Faustschluss ist unvollständig. Lediglich eine geringe Spreizung der Finger ist möglich. Unverändert bestehen die Sensibilitätsausfälle in der Zone von C_6 - C_7. Auch fehlen nach wie vor die Reflexe.
Die faradische Untersuchung ergibt eine Erregbarkeit des seitlichen Deltoides, während vorderer und hinterer Anteil des Muskels ausfallen. Der Triceps ist schwach, der Biceps mässig erregbar. Unterarm- und Handstrecker lassen sich faradisch nicht reizen; dagegen sind die gesamten Beuger normal erregbar. Die galvanische Reizung ruft im Infraspinatus und Supraspinatus eine träge Zuckung hervor. In den übrigen Muskeln sind die Reaktionen auf galvanische Reizung relativ prompt.
Der Patient übt seinen Beruf als Autolackierer nicht mehr aus.

4. FALL:
Der Patient Florian M. zog sich am 30.7.51 bei einem Sturz mit dem Motorrad eine totale Lähmung des linken Armes zu. Auch die gesamte Schultermuskulatur war aktionsunfähig. Am linken Auge liess sich Ptosis, Miosis und Enophthalmus erkennen. Der Tricepssehnen- und der Radiusperiostreflex waren erloschen; lediglich der Bicepssehnenreflex konnte schwach ausgelöst werden. Es bestand eine Anästhesie und Analgesie, die handschuhförmig bis knapp über den Ellbogen reichte und sich auf der Aussenseite des Oberarmes bis zur Schulter herauf ausdehnte. Zeitweilig traten heftige Schmerzen in den Fingern auf.
Die elektrische Untersuchung ergab in allen Muskeln partielle Entartungsreaktionen.
Starke vegetative und trophische Störungen, wie abnormes Schwitzen und ausgeprägter Dermographismus, bläulich-rote Verfärbung der geschwollenen Haut und ein florider Sudeck gestalteten eine konservative Therapie recht schwierig.

Nachuntersuchung am 5.7.60:
Nach rund 9 Jahren ist die Schultermuskulatur hochgradig atrophisch und lässt keine motorische Funktion mehr zu. Am Oberarm ist die Streckmuskulatur fast normal und zeigt auch bei der elektrischen Untersuchung nur leichte Veränderungen; dagegen fallen die Beuger vollständig aus und reagieren auf elektrische Reize mit partiellen Entartungsreaktionen. Die Hand befindet sich in krallenförmiger Stellung und kann - bis auf eine leichte Streckung im Daumen - nicht bewegt werden. Das Ergebnis der elektrischen Prüfung der Unterarm- und Handstrecker sind hochgradige Entartungsreaktionen. Auch die Unterarm- und Handbeuger fallen motorisch ganz aus und zeigen komplette Entartungsreaktionen.
Die Schmerzen haben an Intensität nicht nachgelassen.

5. FALL:
Alois K. hatte am 7.7.57 einen Motorradzusammenstoss, bei dem es zu einem myelographisch nachweisbaren Abriss der 6., 7. und 8. Cervicalwurzeln rechts kam. Der Arm hing schlaff herab und konnte lediglich in der Schulter etwas gehoben werden, was jedoch bis in die Finger ausstrahlende Schmerzen zur Folge hatte. Gleich-

zeitig bestand ein Horner'scher Symptomenkomplex. Die Reflexe waren erloschen und vom proximalen Drittel des Oberarmes breitete sich Anästhesie distalwärts aus. Es entwickelte sich eine harmonische Atrophie des gelähmten Armes.

Der Patient wurde konservativ behandelt, da eine Plexusrevision als aussichtslos galt.

Nachuntersuchung am 5.7.60:
An dem Zustand des Patienten hat sich nichts geändert. Die Bewegungen des rechten Armes sind vollkommen aufgehoben; nur eine leichte Schulterbewegung nach vorne kann durch den Trapezius erzielt werden. Der gelähmte Arm ist einschliesslich der Schultermuskeln Infraspinatus, Supraspinatus, Latissimus und Deltoides durchgehend atrophisch. Von C_5 bis C_8 liegt eine total anästhetische Zone vor. Die Hand zeigt eine livide Verfärbung.
Eine Amputation des rechten Armes wird nicht zu umgehen sein.

6. FALL:
Nach einem Motorradunfall am 10.8.59 ergab die Untersuchung bei dem Patienten Reinhold R. eine Verletzung des rechten Plexus brachialis. Wie aus einem Myelogramm hervorging, lag ein Abriss der 5. und 6. Cervicalwurzel vor. Zusätzlich musste eine peripher gelegene Schädigung des Plexus angenommen werden. Am rechten Auge waren Ptosis, Miosis und Enophthalmus angedeutet. Es fanden sich Paresen im Deltoides, Supraspinatus, Infraspinatus, Biceps, Brachioradialis und im Triceps. Die Unterarmstrecker fielen vollkommen aus. Lediglich eine geringe Palmarflektion im Handgelenk, ein leichtes Beugen der Finger und ein unvollständiger Faustschluss waren als Restfunktionen geblieben. Die Armreflexe liessen sich nicht mehr auslösen. Atrophie befiel besonders die Schulter- und Oberarmmuskulatur. In den Hautzonen des Radialis und Medianus wurden Hypalgesie und Hypästhesie beobachtet.
Die Reizung mit faradischen Strömen blieb auf Deltoides, Infraspinatus und den Biceps unwirksam; der Triceps war eine Spur erregbar; fraglich war die Reaktion der Unterarmstrecker. Die galvanische Prüfung hatte eine träge Zuckung im Deltoides und Pectoralis zur Folge; die übrigen Muskeln zeigten eine deutlich erhöhte Reizschwelle.
Symptome vegetativer Störungen waren verstärkter Achselschweiss und Hyperhydrosis der Handfläche.
Die Patient erhielt eine Abduktionsschiene und wurde konservativ behandelt. Eine Plexusrevision ist abgelehnt worden, da keine Aussicht auf Erfolg besteht.

Nachuntersuchung am 22.7.60:
Die Kontrolluntersuchung zeigt eine wesentliche Wiederherstellung der Unterarm- und Handfunktionen. Die grobe Kraft in der Hand ist zurückgekehrt. Der Patient kann den Unterarm etwas beugen, die Hand strecken und die Finger krümmen. Unverändert sind die Ausfälle der Schultermuskulatur, die eine hochgradige Atro-

phie aufweist. Ausserdem restiert eine mässige Oberarmbeugeparese und eine leichte Oberarmstreckparese.
Die gelähmte Oberarm- und Schultermuskulatur springt bei faradischer Prüfung schlecht an, was der stark erhöhten Reizschwelle bei galvanischer Reizung entspricht. Dagegen liegen am Unterarm und an der Hand annähernd normale Ergebnisse vor.
Die Besserung ist in erster Linie auf eine unnachgiebige Bewegungstherapie zurückzuführen. Es sei vermerkt, dass der Patient eifrig Schwimmübungen im Schmetterlingsstil betrieben hat.

7. FALL:
Bei einem Motorradunfall am 14.10.58 erlitt der Patient Bruno S. eine Verletzung des rechten Plexus brachialis. Ein positives Myelogramm zeigte deutliche Auszipfelungen von C_5 bis C_8 und eine flache Einengung des Duralsackes von Th_1 und Th_2. Ausserdem wurde am rechten Auge ein Horner'scher Symptomenkomplex offenbar.
Der Arm war vollständig bewegungsunfähig und wies eine gleichmässige Atrophie auf. Am proximalen Oberarm stellte sich Hypästhesie ein, weiter distal ergriff Anästhesie den ganzen Arm. Der Patient klagte über starke Schmerzen in der Hand und nächtliche Parästhesien in der ganzen Extremität. Es bestand Neigung zu Schweissausbrüchen. Die Haut war livide verfärbt, trocken, schuppend und ödematös geschwollen. Der gelähmte Arm wurde mit einer Abduktionsschiene versorgt und konservativ behandelt.
Bei dem Versuch einer peripheren Plexusrevision am 13.11.58 fand man diesen intakt. Ein weiterer Eingriff kam als völlig aussichtslos nicht in Frage.
Eine Amputation des gelähmten Armes ist wegen einer drohenden Skoliose der Halswirbelsäule in Betracht gezogen worden.

Nachuntersuchung am 4.6.60:
Der rechte Arm hängt schlaff, vollkommen gelähmt und atrophisch herab. Die elektrische Prüfung ergibt in allen Muskeln totale Entartungsreaktionen. Schmerzen und Parästhesien haben nicht nachgelassen.
Der Arm ist für den Patienten nur noch eine Belastung und soll abgesetzt werden.
Die Erwerbsminderung beträgt 70 %. Bruno S. wird auf einer Handelsschule ausgebildet, nachdem er seinen Beruf als Tapezierer nicht mehr ausüben kann.

8. FALL:
Am 25.5.58 wurde der Patient Rudolf St. mit seinem Motorroller gegen einen Baum geschleudert. Die Folge war eine schwere linksseitige Armlähmung mit myelographisch nachweisbaren Wurzelschädigungen der 5. bis 8. Cervicalwurzel. Ausser schwachen Fingerbewegungen konnte der Patient seinen linken Arm nicht mehr gebrauchen. In der ganzen Extremität bestanden ununterbrochen Schmerzen. Die Reflexe waren erloschen. Im Bereich von C_5 bis C_7 lag Anästhesie und Analgesie vor;

im Gebiet von C_8 breitete sich Hypästhesie und Hypalgesie aus.
Faradisch blieb die Schulter- und Armmuskulatur unerregbar, galvanisch fanden sich träge Zuckungen.
An der Hand entstand eine Sudeck'sche Atrophie. Unter Schrumpfung der Schultergelenkskapsel kam es zur Dislokation des Humeruskopfes.
Rudolf St. wurde mit Bädern, Massage und Elektrotherapie behandelt, nachdem eine Plexusrevision als aussichtslos ausschied.

Nachuntersuchung am 4.7.60:
Die Lähmung konzentriert sich jetzt vorwiegend auf die Schulter- und Oberarmmuskulatur. Am Unterarm und an der Hand ist eine deutliche Restitution der Flexoren und Extensoren zu beobachten; hier liegen auch bei der elektrischen Untersuchung annähernd normale Ergebnisse vor. Dagegen lassen sich in allen Schultermuskeln nur totale Entartungsreaktionen nachweisen. Die Oberarmbeuger springen gar nicht an, während in den Streckern partielle Entartungsreaktionen zu erkennen sind.
Nach wie vor leidet der Patient unter ununterbrochenen Schmerzen in der gelähmten Extremität.
Rudolf St. ist Büroangestellter bei der Bundesbahn und wurde nicht umgeschult.

9. FALL:
Nach einem Motorradunfall am 17.9.55 wurde bei dem Patienten Ludwig H. eine obere Plexuslähmung des rechten Armes diagnostiziert. Röntgenologisch liess sich eine Fraktur des Querfortsatzes am 7. Halswirbelkörper nachweisen. Die Folge der Plexusverletzung war ein annähernd kompletter Bewegungsausfall im Schultergelenk; es restierte lediglich eine geringe Innenrotation und Adduktion des Armes. Im Ellbogengelenk konnte der Arm etwas gebeugt werden. Hand und Finger zeigten keine Funktionsstörungen. Atrophie befiel besonders die Schultermuskulatur und die Beuger des Oberarmes. Der Bicepssehnenreflex und der Radiusperiostreflex waren geschwächt auslösbar. Im Bereich von C_5 bis C_6 bestand eine deutliche Hypästhesie. Die Haut fühlte sich weich und feucht an.
Eine elektrische Untersuchung ergab in den Muskeln Deltoides, Biceps und Brachioradialis Umkehrreaktionen. Faradisch blieben Supraspinatus, Infraspinatus, hinterer Deltoideanteil und Biceps unerregbar; in den übrigen Schulter- und Oberarmmuskeln liessen sich erhöhte Reizschwellen nachweisen. Auf galvanische Reizung sprangen Supraspinatus und Infraspinatus nicht an. Sonst fanden sich bei galvanischer Prüfung nur geringe Abweichungen.
Der gelähmte Arm wurde mit einer Abduktionsschiene versehen und konvervativ behandelt.

Nachuntersuchung am 22.6.60:
Fast 5 Jahre später hat sich in Bezug auf die Funktionstüchtigkeit des gelähmten Armes nichts geändert. Ziehende Schmerzen, besonders abends, verschlechtern den Krankheitszustand.

Die elektrische Überprüfung mit faradischen Strömen fällt im Supraspinatus, Infraspinatus, Pronator teres, Deltoides und Brachioradialis absolut negativ aus. Galvanisch finden sich in den genannten Muskeln komplette Entartungsreaktionen.

Die Erwerbsminderung des Patienten beträgt 60 %. Es wird eine Pectoralis-Biceps-Plastik vorgeschlagen.

10. FALL:

Am 13.2.55 erlitt der Patient Helmut K. einen Motorradunfall, der eine Lähmung des linken Armes zur Folge hatte.

Ausser einer Hebung bis zur Horizontalen waren die Bewegungen der Extremität vollständig aufgehoben. Atrophie prägte sich besonders deutlich am Unterarm, etwas weniger am Oberarm aus. Von der vorderen Achselfalte bis handbreit über dem Ellbogengelenk fand sich eine hypästhetische, weiter distal anästhetische Zone. Die Reflexe waren erloschen. Die Hand wies eine livide Verfärbung und ödematöse Schwellung auf.

Es kamen Massage, Bewegungsübungen und Elektrotherapie zur Anwendung.

Nachuntersuchung am 21.6.60:

Die Oberarmmuskulatur hat sich recht gut erholt. Beuger und Strecker weisen eine mittelstarke Kraft auf. Jedoch werden die Bewegungen im Schultergelenk durch eine Versteifung des Gelenkes und Paresen des Deltoides, Supraspinatus und Infraspinatus eingeschränkt. Der Arm wird leicht ab- und adduziert.

Unterhalb des Ellenbogengelenkes liegt eine hochgradige Atrophie aller Muskeln vor; hier besteht auch keinerlei Bewegungsmöglichkeit.

Die elektrische Untersuchung ist wegen starker Empfindlichkeit des linken Armes nicht durchzuführen.

Der Patient arbeitet nicht.

11. FALL:

Der Patient Andreas K. stürzte am 20.9.53 mit seinem Motorrad, wobei es zu einer schweren Läsion des linken Plexus brachialis kam. Am linken Auge lag ein unvollständiger Horner'scher Symptomenkomplex mit Miosis und Enophthalmus vor. Im Schultergelenk bestand eine geringe Beweglichkeit im Sinne einer Rotation. Sonst fielen alle Funktionen des linken Armes aus. Auch die Reflexe waren aufgehoben. Im Bereich von C_6 bis C_8 breitete sich eine hypästhetische Zone aus. Der Patient litt unter Lagegefühlsstörungen in der gelähmten Extremität und hatte eine kühle, cyanotische Hand.

In den Flexoren und Extensoren des Unterarmes und der Hand liessen sich komplette Entartungsreaktionen nachweisen. Die Muskeln der Schulter und des Oberarmes waren nicht erregbar.

Eine Revision des Plexus brachialis konnte wegen schwer narbiger Veränderungen nicht ausgeführt werden. Der Patient ist konservativ behandelt worden.

Nachuntersuchung am 21.6.60:
Im Schulter- und Ellbogengelenk hat sich eine gewisse Beweglichkeit wieder eingestellt. Der Arm kann nach vorne bis zur Horizontalen gehoben werden, seitwärts ist diese Bewegung durch eine Versteifung des Schultergelenkes eingeschränkt. Die Oberarmstrecker und -beuger haben sich wesentlich erholt; der Patient ist fähig, den Arm, wenn auch mit schwacher Kraft, zu beugen und zu strecken. Die Extensoren und die Flexoren der Hand und der Finger sind ganz ausgefallen. An der Aussenseite des Oberarmes besteht eine hyperpathische, am Unterarm durchgehend hypästhetische Zone.
Die elektrische Untersuchung ergibt partielle Entartungsreaktionen im Supraspinatus, Infraspinatus, im Teres major und minor, im Latissimus und Deltoides. Totale Entartungsreaktionen finden sich bei der Prüfung mit faradischen und galvanischen Strömen in den Flexoren und Extensoren des Oberarmes.
Der Patient war Modellschreiner und ist jetzt als Betriebswirtschaftler tätig.

12. FALL:
Die durch einen Motorradunfall am 21.6.55 bedingte rechtsseitige Plexus Brachialisverletzung des Patienten Alfons B. hatte einen totalen Funktionsausfall im Schultergelenk und im Ellbogengelenk zur Folge. Nur im Handgelenk war eine geringe Flexion und Extension möglich. Ausserdem konnte der Patient die Finger leicht beugen und strecken, sowie etwas spreizen. Atrophie ergriff vor allem den Deltoides und die Oberarmmuskulatur. Im Bereich des Cutaneus antebrachii dorsalis und des Radialis wurde vollständiger Sensibilitätsausfall festgestellt. Die Hand zeigte vermehrte Schweissbildung, war livide verfärbt und zart.
Die elektrischen Untersuchungen ergaben bei galvanischer Prüfung partielle Entartungsreaktionen des Supraspinatus, Infraspinatus und Triceps, komplette Entartungsreaktionen des Deltoides, Biceps und Brachioradialis. Faradisch zeigten Supraspinatus, Infraspinatus und Triceps eine erhöhte Reizschwelle, während Deltoides, Biceps und Brachioradialis unerregbar blieben.
Alfons B. wurde konservativ behandelt.

Nachuntersuchung am 22.6.60:
Am Funktionsausfall der Schulter hat sich nichts geändert. Dagegen erholten sich die Oberarmbeuger sehr gut. Auch die Oberarmstrecker werden wieder mit mässiger Kraft angespannt. Am Unterarm fallen insbesondere die ulnaren Strecker aus; die übrigen Muskeln werden annähernd normal innerviert.
Partielle Entartungsreaktionen finden sich im Supraspinatus, Infraspinatus, Teres major und minor. Die faradische Untersuchung ergibt eine Unerregbarkeit des Supraspinatus, Infraspinatus und Deltoides Die Oberarmbeuger u. -strecker springen nur sehr schwach an. Die Flexoren des Unterarmes reagieren normal, während die Extensoren eine erhöhte Reizschwelle aufweisen. Die galvanische Reizung ergibt in den Oberarmbeugern und -streckern, sowie in den Flexoren des Unterarmes

eine prompte Zuckung. Dagegen schlagen die Strecker bei galvanischer Reizung auf die Beuger durch.

13. FALL:
Die Patient Siegfried F. hatte am 7. 9. 58 einen Motorradunfall, der einen myelographisch nachweisbaren Ausriss der 6. und 7. Cervicalwurzel links zur Folge hatte. Ausserdem lag eine 3-fache Unterarmfraktur und ein offener Mittelhandbruch vor. Das linke Auge zeigte einen Horner'schen Symptomenkomplex. Der Patient konnte im Schulter- und Ellbogengelenk keine Bewegung ausführen. Lediglich die Finger wurden etwas flektiert und gespreizt, der Daumen leicht adduziert und opponiert. Reflexe waren nicht mehr auslösbar. Die ganze Schulter- und Armmuskulatur fiel der Atrophie anheim. An der Aussenseite des Armes zog sich bis zum Daumen herunter eine anästhetische und analgetische Zone.
Die elektrische Untersuchung ergab komplette Entartungsreaktionen der Schulter- und Oberarmmuskulatur, partielle Entartungsreaktionen am Unterarm. Die galvanische Reizung hatte in den Muskeln der Schulter und des Oberarmes wurmförmige Zuckungen zur Folge. Siegfried F. wurde mit Massage, Elektrotherapie und Bewegungsübungen behandelt.

Nachuntersuchung am 4.7.60:
Die Kontrolluntersuchung des Patienten bringt ein nahezu unverändertes Zustandsbild der Plexuslähmung.
Lediglich die Unterarmbeuger haben sich etwas erholt und reagieren auf galvanische Reizung gut. Dagegen fällt das Ergebnis an den Unterarmstreckern und an den Handmuskeln bei galvanischer Prüfung negativ aus. In den Flexoren des Oberarmes lassen sich galvanisch nur träge Zuckungen nachweisen, während die Extensoren eine stark erhöhte Reizschwelle haben. Die faradische Untersuchung kann wegen Überempfindlichkeit nicht ausgeführt werden.
Der Patient übt seinen Beruf als Drogist aus.

14. FALL:
Erich R. fuhr am 3. 6. 51 mit dem Motorrad gegen einen Baum, was eine Erb'sche Lähmung der linken Extremität zur Folge hatte. Im Schultergelenk war eine Hebung möglich. Am Oberarm fiel die Beugefunktion aus, während die Strecker intakt blieben. Der Unterarm war vor allem in seinen vom Medianus und Ulnaris innervierten Muskeln geschädigt. Der Patient führte eine fast ungehinderte Pronation aus und vollbrachte mit stark herabgesetzter Kraft eine Beugung der Finger. Bei weiterer Prüfung fand sich an der Aussenseite des gelähmten Armes eine hypästhetische Zone. Die elektrische Untersuchung ergab im Latissimus, Teres major und minor, im Deltoides und Biceps komplette Entartungsreaktionen; faradisch fiel das Ergebnis in den genannten Muskeln negativ aus. Sonst zeigte sich in allen Anteilen der gelähmten Extremität bei Reizung mit faradischen Strömen eine quantitativ her-

abgesetzte Erregbarkeit. Auch mit galvanischen Strömen liessen sich in allen Muskeln erhöhte Reizschwellen nachweisen.
Die Therapie bestand zunächst in Elektrotherapie, Massage und Diatherapie. Ausserdem wurde 5 Monate nach dem Unfall eine Nervennaht ausgeführt.

Nachuntersuchung am 22.6.60:
Nach einer erfolgreichen Nervennaht hat sich wesentliche Besserung eingestellt. Die Schmerzen liessen nach. Die Oberarmbeuger sind wieder relativ kräftig. Hand und Finger können gestreckt werden. Die elektrische Prüfung ergibt eine komplette Entartungsreaktion des Deltoides, partielle Entartungsreaktionen der Oberarmbeuger und -strecker, sowie der Unterarmstrecker. Die Unterarmbeuger weisen einen normalen Befund auf.

15. FALL:
Durch einen Motorradunfall am 14.5.56 kam es bei dem Patienten Johann K. zu einer totalen Plexus brachialis-Lähmung links. Myelographisch wurde ein Ausriss der 8.Cervicalwurzel nachgewiesen. Der Arm hing schlaff herab, zeigte keinerlei Bewegungsmöglichkeiten und war durchgehend atrophisch und anästhetisch. Reflexe liessen sich nicht mehr auslösen.
Die elektrische Untersuchung ergab im Ober- und Unterarm komplette Entartungsreaktionen.

Nachuntersuchung:
Der gelähmte Arm wurde am 10.5.57 abgesetzt.

16. FALL:
Martin T. stürzte am 11.3.56 mit dem Motorrad. Danach bestand am rechten Arm eine totale, schlaffe Lähmung. Am rechten Auge trat gleichzeitig ein Horner'scher Symptomenkomplex auf. Ein positives Myelogramm zeigte Wurzelausrisse der 7. und 8.Cervicalwurzel, sowie der 1.Thorakalwurzel. Sämtliche Funktionen des rechten Armes fielen aus. Auch die Reflexe waren erloschen. Drei bis vier Querfinger über dem Ellbogen entstand eine anästhetische und analgetische Zone. Am Oberarm ergab die Sensibilitätsprüfung auf der Medial- und Lateralseite Hyperästhesie. Der Patient litt unter einem reissenden Dauerschmerz in der livide verfärbtenHand.

Nachuntersuchung:
Im Januar 1959 ist der gelähmte Arm amputiert worden. Martin T. wurde umgeschult und arbeitet jetzt als Postbote.

DISKUSSION

Wie aus den 16 beschriebenen Krankheitsfällen hervorgeht, hatte der Motorradunfall immer eine schwere Schädigung des Plexus brachialis zur Folge.

In 10 Fällen liessen sich myelographisch Wurzelausrisse nachweisen, 5 blieben fraglich und nur bei 1 Patienten konnte mit Sicherheit ein Wurzelausriss ausgeschlossen werden. Dabei war die 6. Cervicalwurzel 9 mal betroffen, die 5. 7 mal, die 7. und 8. Cervicalwurzel 6 mal. Die 1. Thorakalwurzel war in 3 Fällen ausgerissen und die 4. Cervicalwurzel nur 1 mal.

Also fand sich die Beobachtung von O. Stahl (Scheller 3), dass die 5. und 6. Cervicalwurzel am häufigsten nach Motorradunfällen zerstört sei, hier bestätigt.

Die Lähmungserscheinungen entsprachen jedoch nicht immer den Wurzelläsionen; vielmehr konnte bei 6 Patienten festgestellt werden, dass den Funktionsausfällen ausgedehntere Affektionen des Plexus zugrundelagen. Es mussten bei diesen Kranken zusätzliche Zerrungen und Zerreissungen von Primärsträngen oder weiter peripher gelegener Abschnitte des Plexus angenommen werden. Hinsichtlich der Wiederherstellung war vor allem für diese zusätzlichen Schädigungen eine günstige Entwicklung zu erwarten, während man - nach Erfahrungen von Kroll (16) und Scheller (3) - für die Wurzelläsionen selber eine absolut negative Prognose stellen musste.

Tatsächlich hat das katamnestische Vorgehen gezeigt, dass in 10 Fällen sicher nachgewiesener Wurzelabrisse keine Besserung eingetreten war. Von diesen 10 Kranken wurden inzwischen 2 amputiert, 5 weisen nach wie vor eine totale Lähmung auf, was in 2 Fällen Wurzelschädigungen von C_4 - Th_1 entspricht, während 3 Patienten das Bild unveränderter Armfunktionen darbieten.

Bei 6 Patienten mit wesentlichen Restitutionen handelte es sich in 4 Fällen um Zerrungen und nur in 2 Fällen lagen sichere Wurzelabrisse vor.

Untersucht man die Erfolge bei letzteren beiden Patienten genauer, so lässt sich sagen, dass die Teilrestitutionen hier auf Abschnitte begrenzt sind, die ausserhalb der von geschädigten Wurzeln versorgten Gebieten liegen.

Dies wird beim Patienten Reinhold R. (6. Fall) besonders deutlich. Hier kam es zu einer annähernd vollständigen Funktionsrückkehr in den paretischen Gebieten des Armes, die nicht der Grundlähmung vom Typ ERB mit Wurzelabrissen von C_5 und C_6 entsprachen. Betont sei an dieser Stelle jedoch auch, dass die Wiederherstellung der Unterarm- und Handbewegungen auf den unbedingten Gesundheitswillen und das unnachgiebige Training des Patienten, der eifrig Schwimmübungen im Schmetterlingsstil betrieb, mit zurückgeführt werden muss. Die Ansicht von Scheller (3), dass Intelligenz und Gesundheitswille die Heilung begünstigen, fand sich bestätigt.

Die Behandlungserfolge beruhen bei 5 Patienten auf konservativen Massnahmen, nachdem ein operatives Vorgehen in keinem Fall Besserung versprach. Im Vordergrund stand die intensive Elektrotherapie.

Lediglich bei einem Patienten (Fall 14) wurde eine frühe Nervennaht ausgeführt, die eine wesentliche Restitution bewirkte.

Auffallend war bei einigen Kontrolluntersuchungen die Wiederherstellung von Armfunktionen ohne Rückkehr der elektrischen Erregbarkeit zur Norm.

Wichtig ist auch der Befund des Patienten Alfons B. (Fall 12): Bei anfänglich kompletten Entartungsreaktionen im Biceps und Brachioradialis ergab die Nachuntersuchung eine erhebliche Besserung der Oberarmbeugefunktion. Dieses Ergebnis bestätigt die Erfahrungen von Scheller (3) und zeigt damit, dass komplette Entartungsreaktionen nicht unbedingt prognostisch ungünstig zu bewerten sind.

Abschliessend sei vermerkt, dass die Restitutionen bei 6 Patienten in keinem Fall anhand des Befundes bald nach dem Unfall vorausgesagt werden konnten. Im Hinblick auf die allgemein unsichere Prognose sind die Resultate jedoch Grund für eine hartnäckige Therapie bei allen Lähmungen, die nicht direkt durch einen nachweisbaren Wurzelabriss bedingt sind.

ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit versuchte die Frage der Wiederherstellung von Plexusverletzungen nach Motorradunfällen aufgrund der bisherigen Erfahrungen und anhand der Ergebnisse eigener Nachuntersuchungen von 16 Patienten zu klären.

1. Es konnte gezeigt werden, dass Plexusverletzungen mit myelographisch nachweisbaren Wurzelabrissen eine absolut ungünstige Prognose haben. Geringe therapeutische Erfolge beschränken sich bei Patienten mit einem derartigen Befund lediglich auf Lähmungen und Symptome sekundärer Ursache.
2. In allen Fällen mit Zerrungen oder Zereissungen peripherer Abschnitte des Plexus brachialis ist eine günstige Prognose zu stellen.
   Bei schweren Läsionen sind zwar keine Heilungen zu erwarten, jedoch darf mit wesentlichen Teilrestitutionen gerechnet werden.
3. Im Vordergrund der erfolgreichen Behandlungsmethoden stehen konsequent und über Monate bis Jahre angewandte konservative Massnahmen, insbesondere die Elektrotherapie, wobei der Gesundheitswille des Patienten entscheidend mitwirkt.

Herrn Professor Dr. med. Max KAESS danke ich ergebenst für die Überlassung des Themas und die freundliche Hilfe bei den Untersuchungen, sowie für die erteilten Ratschläge zur Abfassung der Arbeit.

LITERATURVERZEICHNIS

1) Laubenthal, F. : "Leitfaden der Neurologie". (1956)

2) Lüthy, F. : "Handbuch der Inneren Medizin". V/1 Neurologie (1953)

3) Scheller, H. : "Handbuch der Inneren Medizin". V/2 Neurologie (1953)

4) Bodechtel, G. : "Differentialdiagnose neurologischer Krankheitsbilder". (1958)

5) Spielmeyer, W. : "Degeneration und Regeneration am peripheren Nerven". In Handbuch der Physiologie. Bd. 9, S. 285 Berlin: Springer 1929

6) Sunderland, S. : "Rate of regeneration in human peripheral nerves. Analysis of the interval between injury and onset of recover." Arch. of Neur. 58, 251 (1947)

7) Bowden, R. E. M. and E. Gutmann: "Denervation and reinnervation of human voluntary muscle." Brain 67, 233 (1944)

8) Hirschmann, J. : "Schicksal der Verletzungen peripherer Nerven des letzten Krieges". Zentr. bl. f. Neur. u. Psych. 133, 118

9) Bodechtel, G., Krautzun, K., Kazmeier, F. : "Grundriss der traumatischen peripheren Nervenschädigungen." Stuttgart: Thieme 1951

10) Rasmussen, P. : "Traumatische Schäden des Plexus brachialis". Zentr. bl. f. Neur. u. Psych. 156, 94 Ref.

11) Jewell, A. H. : "Causalgia". Quart. Bull. 23, 458 (1949)

12) Duensing, F. und W. Warnecke: "Untersuchungen zur Frage der Vasomotorenregulation bei peripheren Lähmungen". Dtsch. Z. Nervenheilk. 159, 97 (1948)

13) Sunderland, S. and L. J. Ray: "The effect of denervation on nail growth". J. of Neur. 15, 50 (1952)

14) Jaeger, R. and W. H. Whiteley:
"Abriss des Plexus brachialis".
Bericht über 6 Fälle. J. Amer. Med. Assoc. 153, 633-635 (1953)

15) Edit: Woodhall, B. und G. W. Beebe:
"Pheripheral nerve regeneration".
A follow-up study of 3656 World War II injuries.
Zentr. bl. f. Neur. u. Psych. 145, 349 Ref.

16) Kroll, F. W.: "Über Spätnähte bei peripheren Nervenverletzungen".
Dtsch. med. Wschr. 1949, S. 737

17) Mouravieva, V. T.: "L'expertise sur la capacité de travail et l'organisation du travail des malades ayant des suites loitaines des lésions traumatiques des nerfs des extrémités supérieurs".
Z. Nevropat. 58, 229-233 mit franz. Zusammenfassung (1958) - russisch -.
Zentr. bl. f. Neur. u. Psych. 149, 102 Ref.

18) Sunderland, S. and K. C. Bradley:
"The cross-sectional area of peripheral nerve trunks devoted to nerved fibers".
Brain 72, 428 (1949)

19) Sunderland, S.: "Rate of regeneration in human peripheral nerves analysis of the interval between injury and onset of recover".
Arch. of. Neur. 58, 251 (1947)

20) Newman, H. W. and W. K. Livingston:
"Electrical aids in prognosis of nerve injuries".
J. of. Neur. 10, 118 (1947)

21) C. Andrew, L. Bassett, James B. Campbell and Jakob Husby:
"Peripheral Nerve and spinal cord regeneration. Factors leading to success of a tubulation technique employing millipore".
Zentr. bl. f. Neur. u. Psych. 156, 304 Ref.

LEBENSLAUF

Am 11. November 1934 wurde ich, Gesa Thiessen, als 3. Tochter von 4 Kindern des Dipl. -Ing. Wilhelm Thiessen und seiner Ehefrau Wiebke geb. Kruse in Kiel geboren.

Von 1941-1946 besuchte ich die Volksschule in Kiel und in der holsteinischen Kleinstadt Barmstedt. 1946 trat ich in die Oberschule in Elmshorn ein. Meine Reifeprüfung legte ich im Frühjahr 1954 am Hölderlin-Gymnasium in Stuttgart ab.

Im Wintersemester 1955/56 begann ich an der Hamburger Universität das Studium der Medizin, setzte dieses in Heidelberg fort und legte im Sommersemester 1958 die ärztliche Vorprüfung an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München ab und beschloss hier auch mein Studium mit dem medizinischen Staatsexamen am 21. Dezember 1961.